Уманский Александр Сергеевич Контроль механических свойств пространственно-армированных углерод-углеродных композиционных материалов методом инструментального индентирования

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Уманский Александр Сергеевич

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Глава 1 Анализ современного состояния методов и средств 11 измерения физико -механических свойств композиционных материалов.

1.1 Классификация полимерных композиционных материалов

1.2 Особенности строения пространственно-армированных ПКМ

1.3 Механические свойства материалов

1.4 Особенности измерения механических свойств пространственно - 23 армированных УУКМ

1.5 Особенности метода инструментального индентирования

1.6 Анализ современного состояния измерительных приборов, 27 реализующих метод инструментального индентирования

1.7 Постановка задач исследования

Глава 2 Теоретическое и экспериментальное обоснование 33 обеспечения заданной точности измерений физико-механических свойств объемно -армированных углерод -углеродных

композиционных материалов методом инструментального индентирования.

2.1 Решения Стиллвела, Табора

2.2 Метод Булычева, Алехина

2.3 Метод Дорнера, Никса

2.4 Метод Оливера, Фарра

2.5 Анализ контролируемых параметров и источников 44 неопределенности результатов измерений

2.5.1 Аппаратные источники неопределенности результатов измерений

2.5.2 Методические составляющие неопределенности результатов 48 измерений

2.5.3 Влияние физико-механических свойств исследуемых объектов и 50 мешающих параметров

2.6 Оборудование и условия эксперимента

2.7 Применение стандартизованной методики расчета механических 58 свойств по методу инструментального индентирования для контроля механических свойств пространственно-армированных УУКМ

2.7.1 Применение метода инструментального индентирования в 58 диапазоне нагрузок от 10 до 200 мН

2.7.2 Применение метода инструментального индентирования в 64 диапазоне нагрузок от 30 до 200 г

Выводы к главе

Глава 3 Расчетно-теоретическое обоснование применения плоского 69 индентора для контроля стержней пространственно-армированных УУКМ

3.1 Теоретическое обоснование применения индентора с плоской 69 вершиной

3.2 Расчетно-теоретическая модель взаимодействия плоского индентора 74 со стержнем в структуре УУКМ

Выводы к главе

Глава 4 Экспериментальное обоснование применения плоского 90 индентора для контроля стержней пространственно-армированных УУКМ

4.1 Экспериментальное исследование стержней оси Z

4.2 Экспериментальное исследование стержней оси Z УУКМ, 93 произведенных с нарушением технологии

Выводы к главе

Глава 5 Методика контроля продольного модуля упругости 99 стержней пространственно -армированных УУКМ

5.1 Поэлементная калибровка измерительной установки

5.2 Подготовка образцов

5.3 Расчет расширенной неопределенности результатов измерений

5.3.1 Метод

5.3.2 Метод

5.4 Экспериментальные результаты исследования продольного модуля 113 упругости армирующих стержней пространственно -армированных УУКМ индентором с плоской вершиной

Выводы к главе

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Список литературы

Приложение А

Приложение Б